

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/015348

International filing date: 24 August 2005 (24.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-245028  
Filing date: 25 August 2004 (25.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 06 October 2005 (06.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

08.09.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 8 月 2 5 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 4 5 0 2 8

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

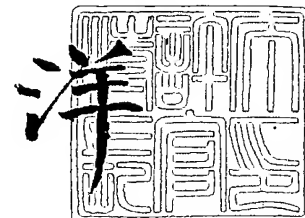
J P 2 0 0 4 - 2 4 5 0 2 8

出 願 人  
Applicant(s): アルバック・クライオ株式会社

2 0 0 5 年 9 月 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P3435  
【提出日】 平成16年 8月25日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 C09K 05/08  
F25B 09/14

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1 2 2 2 - 1 アルバック・クライオ株式会社内  
【氏名】 村山 吉信

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1 2 2 2 - 1 アルバック・クライオ株式会社内  
【氏名】 降矢 新治

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1 2 2 2 - 1 アルバック・クライオ株式会社内  
【氏名】 森本 秀敏

【特許出願人】  
【識別番号】 591176306  
【氏名又は名称】 アルバック・クライオ株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100072350  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 飯阪 泰雄  
【電話番号】 045(212)5517

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 043041  
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9806695

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

冷媒ガスが通過する内部通路に、前記冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材を収容した蓄冷器であって、

前記蓄冷材は、S n、B i - S n 合金、A g - S n 合金の何れかからなることを特徴とする蓄冷器。

**【請求項 2】**

前記蓄冷材はB i - S n 合金であり、該B i - S n 合金におけるB i の含有比率は0 %より大きく5 0 %以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の蓄冷器。

**【請求項 3】**

前記蓄冷材はA g - S n 合金であり、該A g - S n 合金におけるA g の含有比率は0 %より大きく5 0 %以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の蓄冷器。

**【請求項 4】**

前記蓄冷材は球状に形成され、複数の前記球状の蓄冷材が前記内部通路に充填されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載の蓄冷器。

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載の蓄冷器を備えたクライオポンプ。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】蓄冷器及びクライオポンプ

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、冷媒ガスである例えばヘリウムガスと熱交換を行い一時的に熱を蓄えておく役割を担う蓄冷材を収容した蓄冷器及びその蓄冷器を備えたクライオポンプに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

クライオポンプは真空容器内に低温面を設置し、これに容器内の気体分子を凝縮または吸着させて捕捉し排気するポンプである。低温面を形成する方法には閉サイクルの小型ヘリウム冷凍機が一般に用いられている。

## 【0003】

そのヘリウム冷凍機は、ヘリウムガスを冷媒ガス（作動流体）とした蓄冷式冷凍機であり、高圧のヘリウムガスを低温部にある膨張空間に送り込み、そこでのヘリウムガスの断熱膨張によって低温を得る。蓄冷式冷凍機の特徴は蓄冷器と呼ばれる熱交換器を備えていることである。蓄冷器の役割は、一方向に流れる圧縮された高圧高温のヘリウムガスから熱を奪ってその熱を蓄えると共に膨張空間に送り込むヘリウムガスを予冷し、また反対方向に流れる膨張した低圧低温のヘリウムガスに、蓄えた熱を与えて室温空間に冷たいヘリウムガスを逃がさないようにする。

## 【0004】

蓄冷器にはヘリウムガスとの間で熱交換を行う蓄冷材が収容され、その蓄冷材としては、熱伝導率が高く、また低温（30 K以下）で他の金属より比熱が高く、さらに安価でもある鉛が使用されている。

## 【0005】

あるいは、ハイスペックの冷凍機には、極低温（15 K以下）で鉛より比熱が高い  $\text{Er}$ 、 ${}^3\text{Ni}$  などの磁性材料を使用する場合がある。例えば、特許文献1、特許文献2参照。

【特許文献1】特開平10-300251号公報

【特許文献2】特開2004-143341号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

鉛は他の金属に比べて低温下で比熱が高く、また安価な材料ではあるが、冷凍性能を向上させるためには大量かつ純度の高いものを使用することになり、環境に対する影響が大きく、使用後に回収及び適切な処理が必要であり、取り扱い性が悪い。

## 【0007】

磁性材料は非常に高価である。またその比熱は相転移温度の近傍に大きなピークを持つ特徴があるため、蓄冷器を構成する場合、蓄冷器内の温度分布に合わせて異なる温度で比熱ピークを持つ数種類の物質を選び層状構造の蓄冷器を構成した方が単独で使うより有効なため、このこともコスト上昇につながる。さらに、磁性材料は金属間化合物で固くて脆く加工性が悪い。

## 【0008】

したがって、こうした背景のなかで、環境への影響が大きい鉛以外で、蓄冷材としての諸条件（比熱、熱伝導率、加工性、強度、硬度、化学的安定性、低コスト）を満足する蓄冷材が望まれており、本発明はそのような蓄冷材を用いた蓄冷器及びクライオポンプを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明の蓄冷器は、冷媒ガスが通過する内部通路に、冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材を収容した蓄冷器であって、ここで蓄冷材は、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Bi-Sn}$ 合金、 $\text{Ag-Sn}$ 合金の何れかからなることを特徴としている。

**【0010】**

また、本発明のクライオポンプは、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなる蓄冷材を冷媒ガスが通過する内部通路に収容した蓄冷器を備えることを特徴としている。

**【0011】**

上記Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなる蓄冷材は鉛を含まないため、人体や環境への悪影響が小さく、取り扱いが容易である。また、磁性材料に比べて安価である。さらに、加工性にも優れるので、例えば冷媒ガスとの熱交換効率を高めるために微小な球状への加工も容易に行える。

**【発明の効果】****【0012】**

本発明の蓄冷器によれば、冷媒ガスとの間で熱交換を行う蓄冷材として、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかを用いているので、従来と同等の性能を維持しつつ、安価で且つ取り扱い性に優れたものを提供できる。

**【0013】**

本発明のクライオポンプによれば、気体分子を凝縮させる低温面を形成するための蓄冷式の冷凍機に、上記蓄冷材を備えた蓄冷器を使うことで、面倒な取り扱いや、形状や機械的構造の変更、さらにはコストアップを要することなく、従来と同等の性能のものを提供できる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0014】**

図1は本発明の実施形態に係るクライオポンプ1の概略図を示す。クライオポンプ1は冷凍機ユニット2を備えており、その冷凍機ユニット2は、圧縮機3と、大小2段のシリンダ5、6を備える。圧縮機3で高压に圧縮されたヘリウムガスが両シリンダ5、6内を循環して、それらシリンダ5、6内に形成された膨張空間を極低温に冷却し、これに伴いシリンダ5、6に接続して設けられたシールド7、バッフル8、クライオパネル9も極低温に冷却されて気体分子を凝縮する。

**【0015】**

図2に示すように、シリンダ5、6の内部には、2つのディスプレイサ11、12が収容されている。ディスプレイサ11、12は、カム17を介して図1に示すモータ4の駆動軸に連結され、そのモータ駆動軸の駆動回転により、2つのディスプレイサ11、12は一体となってシリンダ5、6内を往復動される。

**【0016】**

1段ディスプレイサ11内には1段蓄冷器13が収容されている。2段ディスプレイサ12内には2段蓄冷器14が収容されている。1段蓄冷器13の内部は冷媒ガスであるヘリウムガスが通過する通路となっており、その通路には蓄冷材15として複数の銅金網が積層されている。2段蓄冷器14の内部もヘリウムガスが通過する通路となっており、その通路には蓄冷材16として複数の微小球が充填されている。2段蓄冷器14の蓄冷材16は、Sn、Bi-Sn合金、Ag-Sn合金の何れかからなる。

**【0017】**

1段シリンダ5の内部において、1段シリンダ5の端壁と1段ディスプレイサ11の端壁との間に形成される1段膨張空間21の外壁には1段熱負荷フランジ31が設けられている。1段熱負荷フランジ31には、図1に示すシールド7及びバッフル8が接続され、1段膨張空間21が低温になるとシールド7及びバッフル8が冷却される。

**【0018】**

2段シリンダ6の内部において、2段シリンダ6の端壁と2段ディスプレイサ12の端壁との間に形成される2段膨張空間22の外壁には2段熱負荷フランジ32が設けられている。2段熱負荷フランジ32には、図1に示すクライオパネル9が接続され、2段膨張空間22が低温になるとクライオパネル9が冷却される。

**【0019】**

圧縮機 3 からヘリウムガスを膨張空間 21、22 内に供給するための吸入バルブ 18 と、膨張空間 21、22 からヘリウムガスを圧縮機 3 に戻すための排出バルブ 19 の開閉はディスプレイサ 11、12 駆動用のモータ 4 で行われる。

#### 【0020】

冷凍機ユニット 2 の電源が投入されると、モータ 4 の駆動に伴い、吸入バルブ 18、排出バルブ 19 の開閉と、ディスプレイサ 11、12 の往復動が繰り返される。

#### 【0021】

先ず、図 2 に示す過程 (a) において、排出バルブ 19 を閉じ吸入バルブ 18 を開いて、圧縮機 3 から吐出された高圧のヘリウムガスを 1 段シリンダ 5 の室温空間 25 に充填する。

#### 【0022】

次いで、吸入バルブ 18 を開いたままでディスプレイサ 11、12 を図 2 (b) のように室温空間 25 側に移動させる。これにより、室温空間 25 内のヘリウムガスは、蓄冷器 13、14 を通って蓄冷材 15、16 との熱交換により冷却されながら膨張空間 21、22 に移動する。この操作は、ヘリウムガスが蓄冷器 13、14 を通過するときその体積が収縮するため等圧条件を満足するように吸入バルブ 18 を開けたままで行う。

#### 【0023】

次いで、過程 (c) で、吸入バルブ 18 を閉じ排出バルブ 19 を開いて膨張空間 21、22 内の高圧ヘリウムガスを放出させ、膨張空間 21、22 内の圧力を下げる。この過程で膨張空間 21、22 内のヘリウムガスは断熱膨張して低温の低压ガスとなり膨張空間 21、22 の温度が低下し、熱負荷フランジ 31、32 を介して、シールド 7、バッフル 8、クライオパネル 9 が冷却される。

#### 【0024】

次いで、過程 (d) で、排出バルブ 19 を開いたままでディスプレイサ 11、12 を膨張空間 21、22 側に移動させる。これにより、膨張空間 21、22に残っている低温のヘリウムガスが蓄冷器 13、14 を通って室温空間 25 に移動し、ヘリウムガスは各蓄冷材 15、16 と熱交換を行った後に排出バルブ 19 から排出される。すなわち、膨張空間 21、22 内の低温ヘリウムガスは、次のサイクルで吸入されるヘリウムガスを冷却するために蓄冷材 15、16 を冷やししながら温度上昇して室温に戻った後に排出バルブ 19 を介して圧縮機 3 へと戻される。そして、排出バルブ 19 は閉じ、吸入バルブ 18 が開いて最初の過程 (a) の動作となつて 1 サイクルが終了する。

#### 【0025】

本実施形態では、より低温側に配置された 2 段蓄冷器 14 の蓄冷材 16 として、Pb を含まない材料である Sn、Bi-Sn 合金、Ag-Sn 合金の何れかを使用している。図 3 のグラフに示されるように、Sn は、クライオポンプを使用する低温領域 (30 K 以下) で Pb より比熱が小さい。しかし、Pb に比べて比熱が小さくても容量の増加により蓄冷材の熱容量を大きくでき従来の Pb を用いた場合と同等の冷凍能力を達成できる。また、25~30 K の領域では、Sn は一部の磁性材料 ( $\text{HoCu}_2$ ) と同等の比熱を有する。Bi-Sn 合金、または Ag-Sn 合金を用いる場合には、Sn に対する Bi または Ag の含有比率が 50% 以下であれば、Sn 単体の場合と同等の比熱を有し、同性能の蓄冷器を構成できる。

#### 【0026】

このように、Sn、Bi-Sn 合金、Ag-Sn 合金を Pb に代えて蓄冷材として用いても、従来と同等の冷凍能力を実現できる。他の構成部分に改良や調整を施すことなく、単に蓄冷器に収容する蓄冷材を代えるだけでよいので、既存のクライオポンプとの互換性が高い。また、クライオポンプの外観上の形状変化や機械的構造の変化もきたさずメンテナンス性もよい。

#### 【0027】

蓄冷材 16 は、ヘリウムガスの流れを円滑にすると共に、表面積を大きくして熱交換率を高めるために、複数の球状粒子から構成するとよい。Sn、Bi-Sn 合金、Ag-S

n 合金からなる材料は、磁性材料のように硬く且つ脆くなく、球状への加工が容易に行える。各球状粒子の直径は、例えば 1 mm 以下であればヘリウムガスと十分な熱交換が可能である。各球状粒子が粉状になるほどに細かくなってしまうとヘリウムガスの流れの妨げになるので、各球状粒子の直径は円滑なヘリウムガスの流れを許容する大きさに設定する必要がある。

【0028】

また、Sn、Bi-Sn 合金、Ag-Sn 合金は、人体や環境に対する影響が鉛に比べて少なく取り扱いが容易であり、さらに、磁性材料に比べて安価である（約 1/18 の価格）。さらに、Sn、Bi-Sn 合金、Ag-Sn 合金は、蓄冷材としてのその他の諸条件（熱伝導率、化学的安定性、強度、硬度）を満足する。

【0029】

以上、本発明の実施形態について説明したが、勿論、本発明はこれに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

【0030】

ディスプレイサ 11、12 の駆動方法としてはモータ駆動方式に限らず、冷媒ガスであるヘリウムガスの圧力差を使用したガス圧駆動方式、あるいはモータとガス圧駆動の併用方式であってもよい。

【0031】

上記実施形態では蓄冷器を、ギフォード・マクマホン式の冷凍機に用いた例を示したが、逆スターリング式冷凍機、パルスチューブ式冷凍機、ソルベイ式冷凍機にも適用できる。また、そのような冷凍機はクライオポンプに用いられることに限らず、超電導マグネットや極低温センサなどの冷却にも用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】 本発明の実施形態に係るクライオポンプの概略図である。

【図 2】 図 1 のクライオポンプにおける冷凍機の動作説明図である。

【図 3】 各種蓄冷材の比熱特性を示すグラフである。

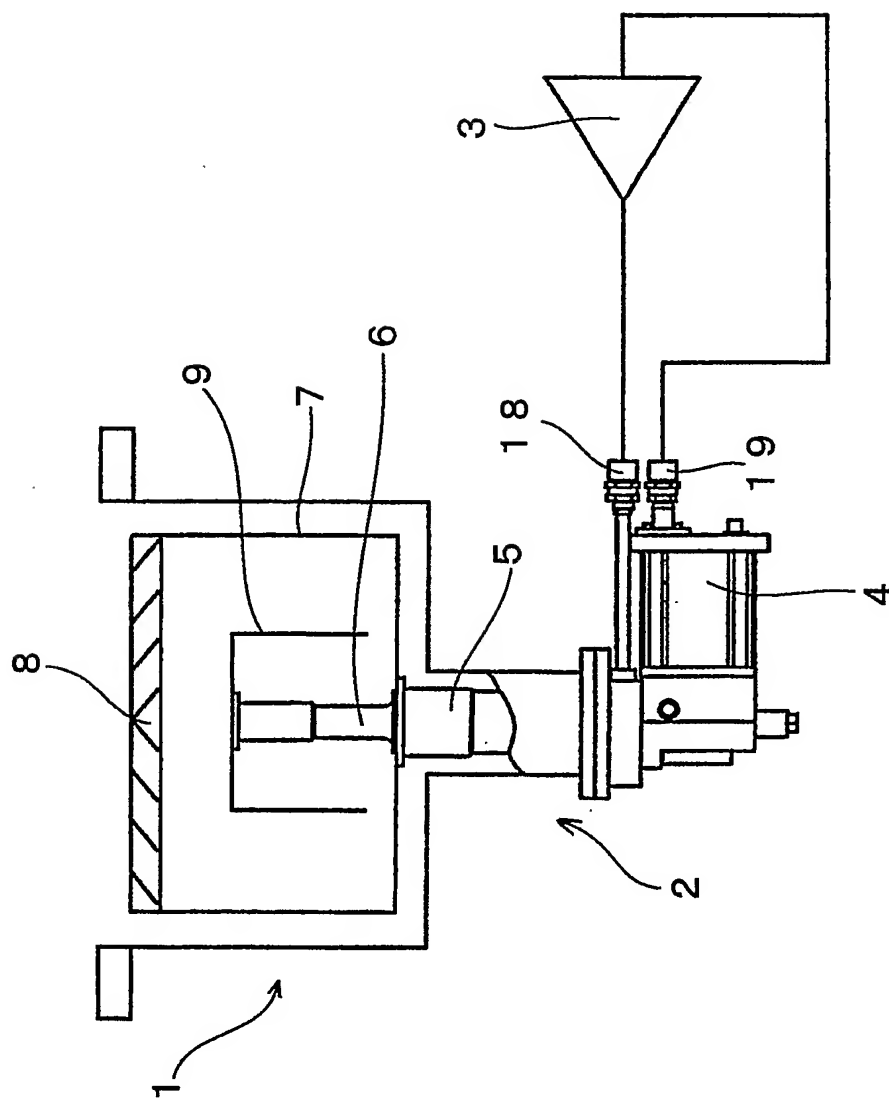
【符号の説明】

【0033】

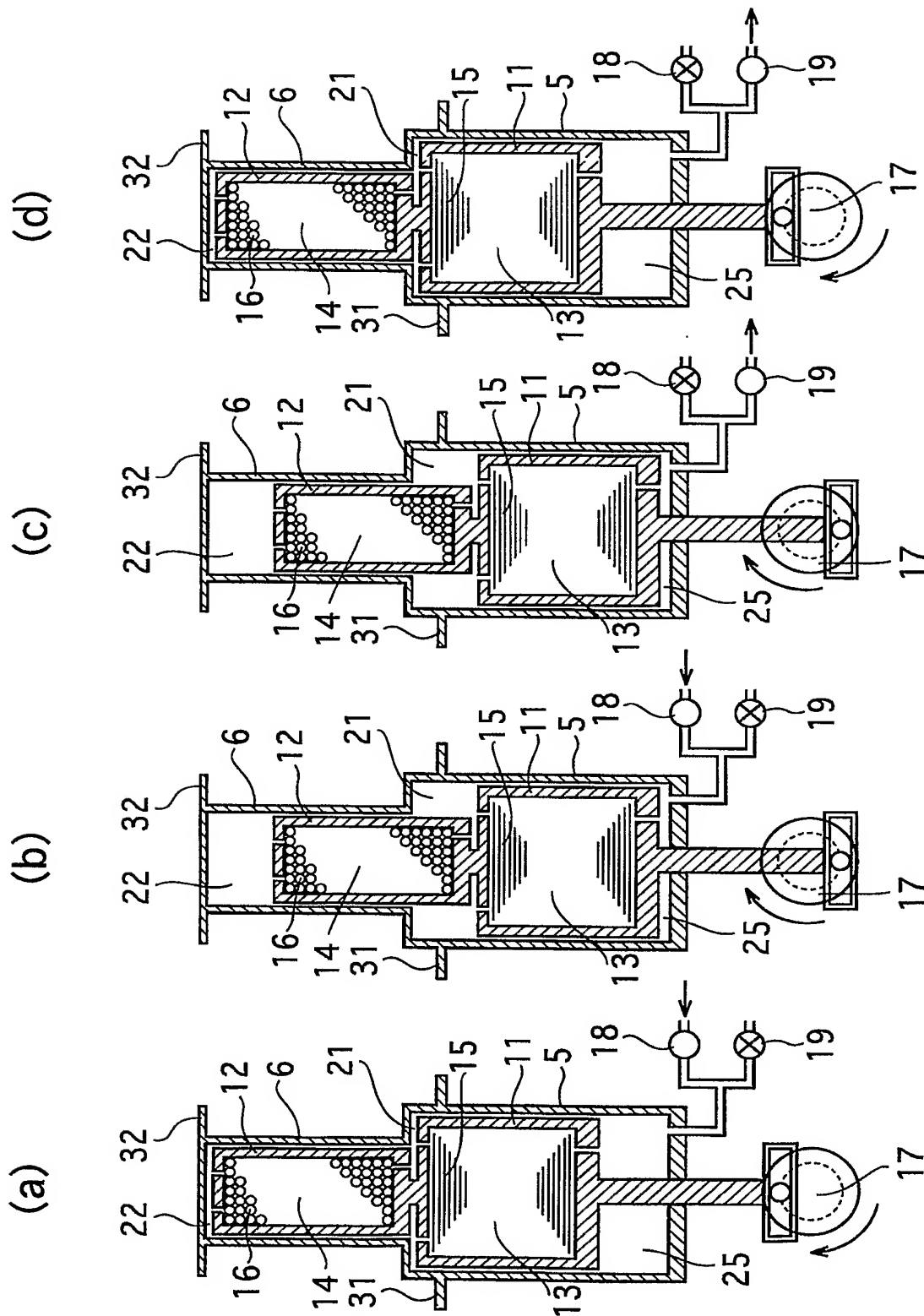
1…クライオポンプ、2…冷凍機ユニット、3…圧縮機、5…1 段シリンダ、6…2 段シリンダ、7…シールド、8…バッフル、9…クライオパネル、11…1 段ディスプレイサ、12…2 段ディスプレイサ、13…1 段蓄冷器、14…2 段蓄冷器、15…蓄冷材、16…蓄冷材、18…吸入バルブ、19…排出バルブ、21…1 段膨張空間、22…2 段膨張空間、25…室温空間、31…1 段熱負荷フランジ、32…2 段熱負荷フランジ。



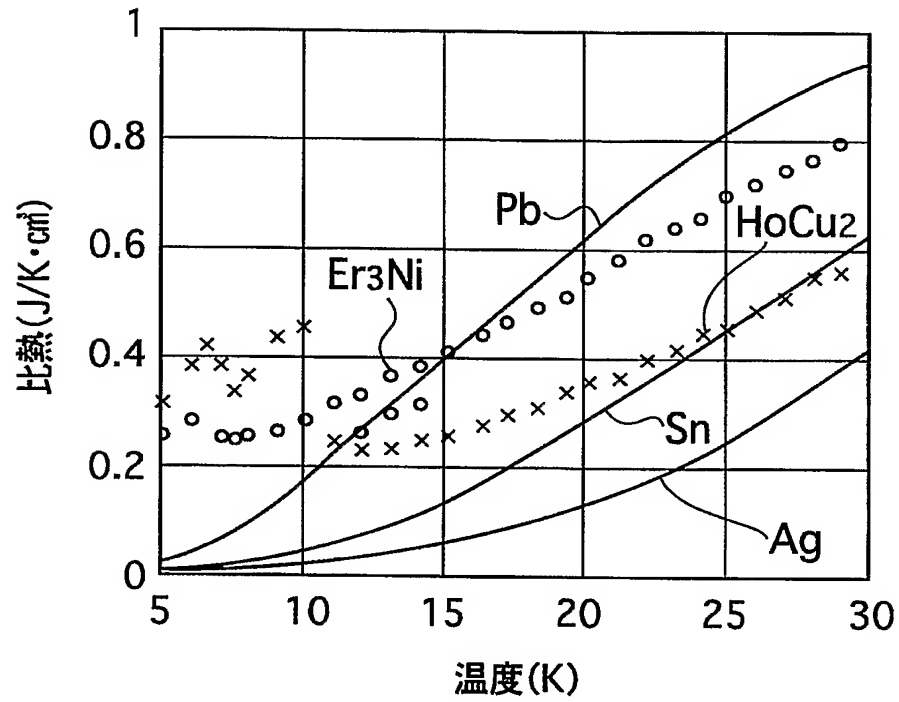
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 環境への影響が大きい鉛以外で、蓄冷材としての諸条件（比熱、熱伝導率、加工性、強度、硬度、化学的安定性、低コスト）を満足する蓄冷材を用いた蓄冷器及びクライオポンプを提供すること。

【解決手段】 冷媒ガスであるヘリウムガスが通過する内部通路に、ヘリウムガスとの間で熱交換を行う蓄冷材 16 を収容した蓄冷器 14 であって、蓄冷材 16 は、Sn、Bi-Sn 合金、Ag-Sn 合金の何れかからなり、球状に形成され、複数のそれら球状の蓄冷材 16 が蓄冷器 14 の内部通路に充填されている。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 4 - 2 4 5 0 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 9 1 1 7 6 3 0 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 1 年 8 月 1 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1 2 2 2 - 1

氏 名

アルバック・クライオ株式会社